

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



EPay/051632

REC'D	15 SEP 2004
WIPO	PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 37 287.3

Anmeldetag: 13. August 2003

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

Bezeichnung: Wärmedämmstoff und Anordnung einer Wärmedämmsschicht mit dem Wärmedämmstoff

IPC: C 09 K, F 16 L

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 31. August 2004
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident
Im Auftrag

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)
Stark

Beschreibung

**Wärmedämmstoff und Anordnung einer Wärmedämmsschicht mit dem
Wärmedämmstoff**

5

Die Erfindung betrifft einen Wärmedämmstoff für eine Wärmedämmsschicht eines Trägerkörpers zur Eindämmung einer Wärmeübertragung zwischen dem Trägerkörper und einer Umgebung des Trägerkörpers, wobei der Wärmedämmstoff mindestens einen Leuchtstoff aufweist, der zur Emission von Lumineszenzlicht mit einer bestimmten Emissionswellenlänge angeregt werden kann, und der Leuchtstoff mindestens ein Metalloxid mit mindestens einem dreiwertigen Metall A aufweist. Neben dem Wärmedämmstoff wird eine Anordnung mindestens einer Wärmedämmsschicht mit dem Wärmedämmstoff auf einem Trägerkörper angegeben.

Ein derartiger Wärmedämmstoff und eine derartige Anordnung sind aus der EP 1 105 550 B1 bekannt. Der Trägerkörper ist ein Bauteil einer Gasturbine. Der Trägerkörper ist aus einem Metall. Aufgrund einer in einer Gasturbine auftretenden hohen Temperatur von über 1200° C in der Umgebung des Bauteils kann es zu einer Schädigung des Metalls des Bauteils kommen. Um dies zu verhindern, ist auf dem Bauteil eine Wärmedämmsschicht (Thermal Barrier Coating, TBC) aufgebracht. Die Wärmedämmsschicht sorgt dafür, dass ein verminderter Wärmeaustausch zwischen dem Trägerkörper aus dem Metall und der Umgebung stattfindet. Dadurch heizt sich eine Metallocberfläche des Bauteils weniger stark auf. An der Metallocberfläche des Bauteils tritt eine Oberflächentemperatur auf, die niedriger ist als die Temperatur in der Umgebung des Bauteils.

Der Wärmedämmstoff bildet ein Basismaterial der Wärmedämmsschicht. Die mechanischen und thermischen Eigenschaften der Wärmedämmsschicht hängen im Wesentlichen von den Eigenschaften des Wärmedämmstoffs ab. Das Basismaterial

der bekannten Wärmedämmsschicht ist ein Metalloxid. Das Metalloxid ist beispielsweise ein mit Yttrium stabilisiertes Zirkoniumoxid (YSZ). Eine thermische Leitfähigkeit dieses Wärmedämmstoffes beträgt zwischen 1 W/m·K und 3 W/m·K. Um einen effizienten Schutz des Trägerkörpers zu gewährleisten, 5 beträgt eine Schichtdicke der Wärmedämmsschicht etwa 250 µm. Als Alternative zum mit Yttrium stabilisierten Zirkoniumoxid ist als Wärmedämmstoff ein Metalloxid in Form eines Yttriumaluminiumgranats angegeben.

10

Um die Wärmedämmsschicht und den Trägerkörper fest zu verbinden, ist auf der Oberfläche des Bauteils eine metallische Zwischenschicht (Bond Coat) aus einer Metalllegierung aufgebracht. Zur Verbesserung der Verbindung 15 kann zwischen der Wärmedämmsschicht und dem Bauteil zusätzlich eine keramische Zwischenschicht aus einem keramischen Material, beispielsweise Aluminiumoxid, angeordnet sein.

In die Wärmedämmsschicht ist ein sogenannter Thermo- 20 Lumineszenz-Indikator eingebettet. Dieser Indikator ist ein Leuchtstoff (Luminophor), der durch Anregung mit Anregungslicht einer bestimmten Anregungswellenlänge zur Emission eines Lumineszenzlichts mit einer bestimmten Emissionswellenlänge angeregt werden kann. Das Anregungslicht 25 ist beispielsweise UV-Licht. Das Emissionslicht ist beispielsweise sichtbares Licht. Der verwendete Leuchtstoff ist ein sogenannter Rekombinationsleuchtstoff. Durch elektronische Übergänge zwischen Energiezuständen des Aktivators wird der Leuchtvorgang hervorgerufen. Ein 30 derartiger Leuchtstoff besteht beispielsweise aus einem Festkörper mit einem Kristallgitter (Wirtsgitter), in das ein sogenannter Aktivator eingebettet ist. Der Festkörper ist mit dem Aktivator dotiert. Der Aktivator ist zusammen mit dem gesamten Festkörper am Leuchtvorgang des Leuchtstoffs 35 beteiligt.

Bei der bekannten Wärmedämmsschicht ist das jeweilige Basismaterial der Wärmedämmsschicht mit einem Aktivator dotiert. Es liegt eine Wärmedämmsschicht aus dem Leuchtstoff vor. Der dabei verwendete Aktivator ist jeweils ein

5 Seltenerdelement. Im Fall des mit Yttrium stabilisierten Zirkoniumoxids ist das Seltenerdelement beispielsweise Europium. Der Wärmedämmstoff Yttriumaluminiumgranat ist mit den Seltenerdelementen Dysprosium oder Terbium dotiert.

10 Bei der bekannten Wärmedämmsschicht wird die Tatsache ausgenutzt, dass eine Emissionseigenschaft des Lumineszenzlichts des Leuchtstoffs, beispielsweise eine Emissionsintensität oder eine Emissionsabklingzeit, von der Leuchtstofftemperatur des Leuchtstoffs abhängig ist. Aufgrund
15 dieser Abhängigkeit wird auf die Temperatur der Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff geschlossen. Damit dieser Zusammenhang hergestellt werden kann, ist die Wärmedämmsschicht für das Anregungslicht im UV-Bereich optisch zugänglich. Gleichzeitig ist dafür gesorgt, dass das
20 Lumineszenzlicht des Leuchtstoffs von der Wärmedämmsschicht abgestrahlt und detektiert werden kann.

Um die optische Zugänglichkeit zu gewährleisten, ist beispielsweise auf dem Trägerkörper nur eine einzige Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff angeordnet. Als alternative Lösung dazu wird auf der Wärmedämmsschicht eine weitere Wärmedämmsschicht aufgetragen, die für das Anregungslicht und das Lumineszenzlicht des Leuchtstoffs transparent ist. Das Lumineszenzlicht des Leuchtstoffs kann
30 durch die weitere Wärmedämmsschicht hindurchtreten.

Eine Einsetzbarkeit einer Wärmedämmsschicht aus einem der genannten lumineszierenden Wärmedämmstoffe ist aufgrund spezifischer Werkstoffeigenschaften, beispielsweise
35 Phasenstabilität oder Sinterneigung, auf eine Einsatztemperatur von etwa 1200°C beschränkt. Daher sind diese Wärmedämmstoffe für zukünftige Gasturbinengenerationen

nicht geeignet, bei denen zur Wirkungsgraderhöhung die Einsatztemperatur gesteigert werden muss.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen
5 lumineszierenden Wärmedämmstoff für eine Wärmedämmsschicht
eines Trägerkörpers anzugeben, die über eine Temperatur von
1200°C hinaus stabil ist.

Zur Lösung der Aufgabe wird ein Wärmedämmstoff für eine
10 Wärmedämmsschicht eines Trägerkörpers zur Eindämmung einer
Wärmeübertragung zwischen dem Trägerkörper und einer Umgebung
des Trägerkörpers angegeben, wobei der Wärmedämmstoff
mindestens einen Leuchtstoff aufweist, der zur Emission von
Lumineszenzlicht mit einer bestimmten Emissionswellenlänge
15 angeregt werden kann, und der Leuchtstoff mindestens ein
Metalloxid mit mindestens einem dreiwertigen Metall A
aufweist. Der Wärmedämmstoff ist dadurch gekennzeichnet, dass
das Metalloxid ein aus der Gruppe Perowskit mit der
Summenformel AA'₂O₃ und/oder Pyrochlor mit der Summenformel
20 A₂B₂O₇ ausgewähltes Mischoxid ist, wobei A' ein dreiwertiges
Metall und B ein vierwertiges Metall sind.

Zur Lösung der Aufgabe wird auch eine Anordnung mindestens
einer Wärmedämmsschicht auf einem Trägerkörper zur Eindämmung
25 einer Wärmeübertragung zwischen dem Trägerkörper und einer
Umgebung des Trägerkörpers angegeben, wobei die
Wärmedämmsschicht den beschriebenen Wärmedämmstoff mit dem
Leuchtstoff aufweist.

30 Eine Wärmedämmsschicht aus einem Perowskit und/oder einem
Pyrochlor (Pyrochlorphase) zeichnet sich durch eine hohe
Stabilität gegenüber Temperaturen von über 1200° C aus. Diese
stabilen Wärmedämmsschichten weisen einen Leuchtstoff auf. Die
Wärmedämmsschicht kann dabei einphasig oder mehrphasig
35 vorliegen. Einphasig bedeutet, dass eine vom Wärmedämmstoff
gebildete keramische Phase der Wärmedämmsschicht im
Wesentlichen nur aus dem Leuchtstoff besteht. Der

Wärmedämmstoff der Wärmedämmsschicht ist der Leuchtstoff. Bei einer mehrphasigen Wärmedämmsschicht sind der Wärmedämmstoff und der Leuchtstoff unterschiedlich. Im Wärmedämmstoff sind Leuchtstoffpartikel aus dem Leuchtstoff enthalten. Die

5 keramische Phase wird von unterschiedlichen Materialien gebildet. Vorzugsweise sind die Leuchtstoffpartikel homogen über die Wärmedämmsschicht verteilt. Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn der Wärmedämmstoff und der Leuchtstoff aus einer im Wesentlichen gleichen Art Festkörper bestehen. Der
10 Leuchtstoff und der Wärmedämmstoff bestehen aus dem gleichen Metalloxid. Beide Stoffe unterscheiden sich lediglich durch ihre optischen Eigenschaften. Dazu ist der Leuchtstoff beispielsweise dotiert.

15 Der Leuchtstoff ist ein Rekombinationsleuchtstoff. Die Emission des Lumineszenzlichts beruht dabei vorzugsweise auf der Anwesenheit eines Aktivators. Mit Hilfe eines Aktivators oder mehrerer Aktivatoren kann die Emissionseigenschaft des Leuchtstoffs, beispielsweise die Emissionswellenlänge und die
20 Emissionsintensität, relativ einfach variiert werden. In einer besonderen Ausgestaltung weist der Leuchtstoff zur Anregung der Emission von Lumineszenzlicht einen aus der Gruppe Cer und/oder Europium und/oder Dysprosium und/oder Terbium ausgewählten Aktivator auf. Seltenerdelemente lassen sich im allgemeinen aufgrund ihrer Ionenradien sehr gut in die Kristallgitter von Perowskiten und Pyrochloren einbauen. Daher eignen sich Aktivatoren in Form von Seltenerdelementen generell. Als besonders gute Aktivatoren haben sich die aufgezählten Seltenerdelemente erwiesen.

30 Bei Verwendung eines Aktivators ist dessen Anteil im Leuchtstoff derart gewählt, dass die thermischen und mechanischen Eigenschaften des Metalloxids des Leuchtstoffs nahezu unbeeinflusst sind. Die mechanischen und thermischen
35 Eigenschaften des Metalloxids bleiben trotz Dotierung erhalten. In einer besonderen Ausgestaltung ist der Aktivator mit einem Anteil von bis zu 10 mol% im Leuchtstoff enthalten.

Vorzugsweise beträgt der Anteil unter 2 mol%. Beispielsweise ist der Anteil 1 mol%. Es hat sich gezeigt, dass dieser niedrige Anteil des Aktivators ausreicht, um eine verwertbare Emissionsintensität des Leuchtstoffs zu erzielen. Die 5 thermische und mechanische Stabilität einer mit dem Leuchtstoff hergestellten Wärmedämmsschicht bleibt dabei erhalten.

In einer besonderen Ausgestaltung ist das dreiwertige Metall 10 A und/oder das dreiwertige Metall A' ein Seltenerdelement Re. Das dreiwertige Metall A und/oder das dreiwertige Metall A' ist insbesondere ein aus der Gruppe Lanthan und/oder Gadolinium und/oder Samarium ausgewähltes Seltenerdelement. Weitere Seltenerdelemente sind ebenfalls denkbar. Durch die 15 Verwendung eines Perowskits und/oder eines Pyrochlors mit Seltenerdelementen kann ein Aktivator in Form eines Seltenerdelements aufgrund der ähnlichen Ionenradien sehr leicht in das Kristallgitter des Perowskits bzw. des Pyrochlors eingebaut werden.

20 Eines der dreiwertigen Metalle A und A' des Perowskits ist ein Hauptgruppen- oder Nebengruppenelement. Das vierwertige Metall B des Pyrochlors ist ebenfalls ein Haupt- oder Nebengruppenelement. In beiden Fällen können Mischungen 25 unterschiedlicher Haupt- und Nebengruppenelemente vorgesehen sein. Aufgrund der unterschiedlichen Ionenradien nehmen die Seltenerdelemente und die Haupt- bzw. Nebengruppenelemente bevorzugt unterschiedliche Plätze im Perowskit- bzw. Pyrochlor-Kristallgitter ein. Als besonders vorteilhaft hat 30 sich dabei als dreiwertiges Hauptgruppenelement Aluminium erwiesen. Zusammen mit Seltenerdelementen bildet Aluminium beispielsweise ein Perowskit, das zu einer mechanisch und thermisch stabilen Wärmedämmsschicht führt. In einer besonderen Ausgestaltung ist der Perowskit daher ein 35 Seltenerdaluminat. Die Summenformel lautet ReAlO_3 , wobei Re für eine Seltenerdelement steht. Vorzugsweise ist das Seltenerdaluminat ein Gadolinium-Lanthan-Aluminat. Die

Summenformel lautet beispielsweise $Gd_{0,25}La_{0,75}AlO_3$. Als vierwertiges Metall B des Pyrochlors werden insbesondere die Nebengruppenelemente Hafnium und/oder Titan und/oder Zirkonium eingesetzt. Der Pyrochlor ist daher vorzugsweise aus der Gruppe Seltenerdtitanat und/oder Seltenerdhafnat und/oder Seltenerdzirkonat ausgewählt. Insbesondere ist das Seltenerdzirkonat aus der Gruppe Gadoliniumzirkonat und/oder Samariumzirkonat ausgewählt. Die bevorzugten Summenformeln lauten $Gd_2Zr_2O_7$ und $Sm_2Zr_2O_7$. Das Seltenerdhafnat ist bevorzugt Lanthanhafnat. Die Summenformel lautet $La_2Hf_2O_7$.

Die Anregung des Leuchtstoffs zur Emission von Lumineszenzlicht erfolgt optisch. Dabei wird der Leuchtstoff mit Anregungslicht einer bestimmten Anregungswellenlänge angestrahlt. Durch Absorption des Anregungslichts wird der Leuchtstoff zur Emission von Lumineszenzlicht angeregt. Das Anregungslicht ist beispielsweise UV-Licht und das Lumineszenzlicht niedriger energetisches, sichtbares Licht.

Die Anregung des Leuchtstoffs mit Anregungslicht eignet sich zur Überprüfung eines Zustandes einer für das Anregungslicht und das Lumineszenzlicht optisch zugängliche Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff. Dazu ist beispielsweise nur die Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff auf dem Trägerkörper aufgetragen.

In einer besonderen Ausgestaltung bezüglich der Anordnung aus Wärmedämmsschicht auf dem Trägerkörper ist mindestens eine weitere Wärmedämmsschicht vorhanden, die im Wesentlichen frei ist von dem Leuchtstoff. Im Wesentlichen frei bedeutet dabei, dass durch einen sehr geringen Anteil des Leuchtstoffs kein auswertbares Lumineszenzlicht detektiert werden kann. Die weitere Wärmedämmsschicht kann dabei zwischen dem Trägerkörper und der Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff angeordnet sein.

Die äußerste Wärmedämmsschicht wird von der Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff gebildet. Eine Transmissionseigenschaft der weiteren Wärmedämmsschicht bezüglich des Lumineszenzlichts

und/oder des Anregungslichts spielt keine Rolle. Die Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff ist optisch zugänglich. Eine derartige Lösung ist beispielsweise für eine Wärmedämmsschicht aus einem Pyrochlor vorteilhaft. Um eine 5 feste Verbindung zwischen der Wärmedämmsschicht und einer auf dem Trägerkörper aufgebrachten metallischen Zwischenschicht zu erzielen, wird direkt auf der metallischen Zwischenschicht eine weitere Wärmedämmsschicht aus einem mit Yttrium stabilisierten Zirkoniumoxid aufgebracht. Über dieser 10 weiteren Wärmedämmsschicht wird die Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff aufgebracht.

Die weitere Wärmedämmsschicht kann aber auch für das Anregungslicht und das Lumineszenzlicht des Leuchtstoffs 15 transparent sein. Das Anregungslicht und das Lumineszenzlicht können durch die weitere Wärmedämmsschicht hindurchtreten. Bei einer derartigen Lösung kann die Wärmedämmsschicht zwischen der weiteren Wärmedämmsschicht und dem Trägerkörper angeordnet sein. Durch die Transmissionseigenschaft der weiteren 20 Wärmedämmsschicht ist die Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff ständig optisch zugänglich. Auf diese Weise kann, wie in den Fällen, in denen entweder nur die Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff vorhanden ist oder die Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff die äußerste Wärmedämmsschicht eines 25 Mehrschichtaufbaus bildet, ein Zustand der Wärmedämmsschicht durch Beobachten einer der Emissionseigenschaften des Lumineszenzlichts ermittelt werden. So kann beispielsweise auf die Temperatur der Wärmedämmsschicht geschlossen werden.

30 In einer besonderen Ausgestaltung ist die weitere Wärmedämmsschicht für das Anregungslicht zur Anregung der Emission des Lumineszenzlichts des Leuchtstoffs und/oder für das Lumineszenzlicht des Leuchtstoffs opak. Das Anregungslicht und/oder das Lumineszenzlicht können durch die 35 weitere Wärmedämmsschicht aufgrund der Transmissions- bzw. Absorptionseigenschaften der weiteren Wärmedämmsschicht nicht oder nur zu einem geringen Teil hindurchtreten. In einer

besonderen Ausgestaltung ist die Wärmedämmsschicht zwischen dem Trägerkörper und der weiteren Wärmedämmsschicht derart angeordnet, dass das Anregungslicht des Leuchtstoffs und/oder das Lumineszenzlicht des Leuchtstoffs im Wesentlich nur durch

- 5 Öffnungen der weiteren Wärmedämmsschicht in die Umgebung des Trägerkörpers gelangen kann. Derartige Öffnungen sind beispielsweise Risse oder Spalte in der weiteren Wärmedämmsschicht. Denkbar ist auch eine Öffnung, die durch Erosion (Abtrag) von weiterem Wärmedämmstoff der weiteren 10 Wärmedämmsschicht entstanden ist. Diese Öffnungen können einfach sichtbar gemacht werden. Das Sichtbarmachen gelingt durch Beleuchten der Anordnung mit dem Anregungslicht. An den Stellen, an denen das UV-Licht durch die Öffnungen auf die Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff gelangt, wird der 15 Leuchtstoff zur Emission des Lumineszenzlichts angeregt. Das Lumineszenzlicht gelangt wieder durch die Öffnungen in die Umgebung des Trägerkörpers und kann dort detektiert werden. Aufgrund der Öffnungen tritt ein Lumineszenzlicht auf, das sich vom Untergrund deutlich abhebt.

20

Auf dem beschriebenen Weg kann während einer Betriebspause einer Vorrichtung die Wärmedämmsschicht eines in der Vorrichtung eingesetzten Trägerkörpers auf einfache und sichere Weise überprüft werden. Die Vorrichtung ist beispielsweise eine Gasturbine. Der Trägerkörper ist beispielsweise eine Turbinenschaufel der Gasturbine. Auf der Turbinenschaufel befindet sich der Mehrschichtaufbau mit den Wärmedämmsschichten. Durch Beleuchten der Turbinenschaufel und Beobachten des Lumineszenzlichts des Leuchtstoffs werden 30 diejenigen Stellen der weiteren, äußersten Wärmedämmsschicht sichtbar, die Öffnungen aufweisen.

Denkbar ist aber auch, dass eine Überprüfung des Zustands der Wärmedämmsschicht während des Betriebs der Vorrichtung 35 durchgeführt wird. Dazu ist beispielsweise eine Brennkammer der oben beschriebenen Gasturbine, in der die Turbinenschaufeln eingesetzt werden, mit einem Fenster

versehen, durch das die Lumineszenz des Leuchtstoffs beobachtet werden kann. Das Auftreten von Lumineszenzlicht ist ein Hinweis darauf, dass die weitere, äußerste Wärmedämmsschicht mindestens einer Turbinenschaufel einen Riss 5 oder einen Spalt aufweist bzw. erodiert ist.

Ein weiterer Vorteil der beschriebenen Anordnung besteht darin, dass infolge einer fortgeschrittenen Erosion auch Wärmedämmstoff mit dem Leuchtstoff abgetragen wird. In einem 10 Abgas der Gasturbine kann durch entsprechende Detektoren der Leuchtstoff nachgewiesen werden. Das ist ein Zeichen dafür, dass die Erosion bis zur Wärmedämmsschicht mit dem Leuchtstoff vorangeschritten ist.

15 In einer besonderen Ausgestaltung ist der Trägerkörper ein Bauteil einer Verbrennungskraftmaschine. Die Brennkraftmaschine ist beispielsweise ein Dieselmotor. In einer besonderen Ausgestaltung ist die Verbrennungskraftmaschine eine Gasturbine. Der Trägerkörper 20 kann dabei eine Kachel sein, mit der eine Brennkammer der Gasturbine ausgekleidet ist. Insbesondere ist der Trägerkörper eine Turbinenschaufel der Gasturbine. Denkbar ist dabei, dass die unterschiedlichen Trägerkörper mit Wärmedämmsschichten mit Leuchtstoffen versehen sind, die 25 unterschiedliches Lumineszenzlicht emittieren. So kann auf einfache Weise das Bauteil bestimmt werden, an dem Schäden vorhanden sind.

Zum Aufbringen der verschiedenen Schichten, insbesondere der 30 Wärmedämmsschicht und der weiteren Wärmedämmsschicht kann ein beliebiges Beschichtungsverfahren durchgeführt werden. Das Beschichtungsverfahren ist insbesondere ein Plasmaspritzverfahren. Das Beschichtungsverfahren kann auch ein Dampfabscheideverfahren sein, beispielsweise PVD 35 (Physical Vapour Deposition) oder CVD (Chemical Vapour Deposition). Mit Hilfe der genannten Verfahren werden

Wärmedämmsschichten mit Schichtdicken von 50 µm bis 600 µm und mehr aufgetragen.

Zusammenfassend ergeben sich mit der Erfindung folgende
5 besonderen Vorteile:

- Die verwendeten Materialien sind bei Temperaturen von über 1200° C stabil. Damit sind sie besonders geeignet für die Anwendung in Verbrennungskraftmaschinen, beispielsweise in
10 einer Gasturbine.
 - Die verwendeten Mischoxide werden gezielt mit Aktivatoren dotiert. Dadurch werden auch bei Temperaturen von über 1200° C thermisch und mechanisch stabile Wärmedämmsschichten mit
15 lumineszierenden Leuchtstoffen erhalten, mit deren Hilfe der Zustand der Wärmedämmsschichten während des Betriebs oder aber in Betriebspausen des Trägerkörpers auf einfache Weise überprüft werden kann.
- 20 Anhand mehrerer Ausführungsbeispiele und der dazugehörigen Figuren wird die Erfindung im Folgenden näher erläutert. Die Figuren sind schematisch und stellen keine maßstabsgetreuen Abbildungen dar.

Die Figuren 1 bis 3 zeigen jeweils einen Ausschnitt eines seitlichen Querschnitts einer Anordnung einer Wärmedämmsschicht aus einem Wärmedämmstoff mit einem Leuchtstoff von der Seite.

- 30 Die Anordnung 1 besteht aus einem Trägerkörper 2, auf dem eine Wärmedämmsschicht 3 angeordnet ist (Figur 1). Der Trägerkörper 2 ist eine Turbinenschaufel einer Gasturbine. Die Turbinenschaufel ist aus einem Metall. In der Brennkammer der Gasturbine, die die Umgebung 7 des Trägerkörpers 2 darstellt, können im Betrieb der Gasturbine Temperaturen von über 1200° C auftreten. Um ein Überhitzen der Oberfläche 8 des Trägerkörpers 2 zu verhindern, ist die Wärmedämmsschicht 3

vorhanden. Die Wärmedämmsschicht 3 dient der Eindämmung einer Wärmeübertragung zwischen dem Trägerkörper 2 und der Umgebung 7 des Trägerkörpers 2.

- 5 Zwischen der Wärmedämmsschicht 3 und dem Trägerkörper 2 ist eine metallische Zwischenschicht 4 (Bond Coat) aus einer Metalllegierung aufgebracht. Die Wärmedämmsschicht 3, die Zwischenschicht 4 und gegebenenfalls die weitere Wärmedämmsschicht 5 sind mit Hilfe eines Plasmaspritzverfahren
10 auf der Oberfläche 8 des Trägerkörpers 2 aufgebracht.

Beispiel 1:

Der Wärmedämmstoff der Wärmedämmsschicht 3 ist ein Metalloxid 15 in Form eines Seltenerdaluminats mit der Summenformel $Gd_{0,25}La_{0,75}AlO_3$. Gemäß einer ersten Ausführungsform ist das Seltenerdaluminat mit 1 mol% Eu_2O_3 versetzt. Das Seltenerdaluminat weist den Aktivator Europium mit einem Anteil von 1 mol% auf. Durch Anregung des Leuchtstoffs mit 20 UV-Licht resultiert ein rotes Lumineszenzlicht mit einem Emissionsmaximum bei etwa 610 nm. Die Anregungswellenlänge beträgt beispielsweise 254 nm.

Gemäß einer dazu alternativen Ausführungsform ist das 25 Seltenerdaluminat mit 1 mol% Terbium dotiert. Es resultiert ein Leuchtstoff mit grünem Lumineszenzlicht mit einer Emissionswellenlänge bei 544 nm.

Beispiel 2:

30 Im Unterschied zum vorangegangenem Beispiel liegt ein Mehrschichtaufbau der Wärmedämmsschicht 3 und einer weiteren Wärmedämmsschicht 5 auf dem Trägerkörper 2 vor (Figur 2). Die Wärmedämmsschicht 3 besteht aus einem Pyrochlor. Der Pyrochlor 35 ist ein Gadoliniumzirkonat mit der Summenformel $Gd_2Zr_2O_7$. Zum Herstellen des Leuchtstoffs wird der Pyrochlor mit 1 mol%

Eu_2O_3 versetzt. Das Gadoliniumzirkonat weist den Aktivator Europium mit einem Anteil von 1 mol% auf.

Zur Verbesserung der Haftung auf dem Trägerkörper 2 ist eine
5 weitere Wärmedämmsschicht 5 zwischen der Bond-Coat-Schicht 4 und der Wärmedämmsschicht 3 mit dem Leuchtstoff vorhanden. Die weitere Wärmedämmsschicht 5 besteht aus Zirkoniumoxid, das mit Yttrium stabilisiert ist.

10 Beispiel 3:

Es liegt ebenfalls ein Mehrschichtaufbau vor (Figur 3). Im Unterschied zum vorangegangenen Beispiel ist die Wärmedämmsschicht 3 mit dem Leuchtstoff zwischen der weiteren 15 Wärmedämmsschicht 5 und dem Trägerkörper 5 angeordnet. Die weitere Wärmedämmsschicht 5 ist für das Anregungslicht und/oder das Lumineszenzlicht des Leuchtstoffs opak. Nur wenn die weitere Wärmedämmsschicht 5 eine Öffnung 6 aufweist, kann 20 das Lumineszenzlicht des Leuchtstoffs in der Umgebung des Trägerkörpers detektiert werden.

Patentansprüche

1. Wärmedämmstoff für eine Wärmedämmsschicht (3) eines Trägerkörpers (2) zur Eindämmung einer Wärmeübertragung zwischen dem Trägerkörper (2) und einer Umgebung (7) des Trägerkörpers (2), wobei
 - der Wärmedämmstoff mindestens einen Leuchtstoff aufweist, der zur Emission von Lumineszenzlicht mit einer bestimmten Emissionswellenlänge angeregt werden kann, und
 - der Leuchtstoff mindestens ein Metalloxid mit mindestens einem dreiwertigen Metall A aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - das Metalloxid ein aus der Gruppe Perowskit mit der Summenformel $AA'_{\text{3}}O_3$ und/oder Pyrochlor mit der Summenformel $A_2B_2O_7$ ausgewähltes Mischoxid ist, wobei A' ein dreiwertiges Metall und B ein vierwertiges Metall sind.
- 20 2. Wärmedämmstoff nach Anspruch 1, wobei der Leuchtstoff zur Anregung der Emission des Lumineszenzlichts einen aus der Gruppe Cer und/oder Europium und/oder Dysprosium und/oder Terbium ausgewählten Aktivator aufweist.
- 25 3. Wärmedämmstoff nach Anspruch 2, wobei der Aktivator mit einem Anteil von bis zu 10 mol% im Leuchtstoff enthalten ist.
4. Wärmedämmstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei 30 das dreiwertige Metall A und/oder das dreiwertige Metall A' ein Seltenerdelement Re ist.
5. Wärmedämmstoff nach Anspruch 4, wobei das dreiwertige Metall A und/oder das dreiwertige Metall A' ein aus der 35 Gruppe Lanthan und/oder Gadolinium und/oder Samarium ausgewähltes Seltenerdelement ist.

6. Wärmedämmstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Perowskit ein Seltenerdaluminat ist.

5 7. Wärmedämmstoff nach Anspruch 6, wobei die Summenformel des Seltenerdaluminats $Gd_{0,25}La_{0,75}AlO_3$ ist.

10 8. Wärmedämmstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Pyrochlor aus der Gruppe Selterdhafnat und/oder Seltenerdtitanat und/oder Seltenerdzirkonat ausgewählt ist.

15 9. Wärmedämmstoff nach Anspruch 8, wobei das Seltenerdzirkonat aus der Gruppe Gadoliniumzirkonat und/oder Samariumzirkonat ausgewählt ist.

10 10. Wärmedämmstoff nach Anspruch 8, wobei das Seltenerdhafnat Lanthanhafnat ist.

20 11. Anordnung mindestens einer Wärmedämmsschicht (3) auf einem Trägerkörper (2) zur Eindämmung einer Wärmeübertragung zwischen dem Trägerkörper (2) und einer Umgebung (7) des Trägerkörpers (2), wobei die Wärmedämmsschicht einen Wärmedämmstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 10 aufweist.

12. Anordnung nach Anspruch 11, wobei mindestens eine weitere Wärmedämmsschicht (5) vorhanden ist, die im Wesentlichen frei ist von dem Leuchtstoff.

30 13. Anordnung nach Anspruch 12, wobei die weitere Wärmedämmsschicht (5) für das Anregungslicht zur Anregung der Emission von Lumineszenzlicht und/oder für das Lumineszenzlicht des Leuchtstoffs im Wesentlichen opak ist.

35 14. Anordnung nach Anspruch 13, wobei die Wärmedämmsschicht (3) zwischen dem Trägerkörper (2) und der weiteren

Wärmedämmsschicht (5) derart angeordnet ist, dass das Lumineszenzlicht des Leuchtstoffs im Wesentlichen nur durch Öffnungen (6) der weiteren Wärmedämmsschicht (5) in die Umgebung (7) des Trägerkörpers (2) gelangen kann.

5

15. Anordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei der Trägerkörper ein Bauteil einer Verbrennungskraftmaschine ist.

- 10 16. Anordnung nach Anspruch 15, wobei die Verbrennungskraftmaschine eine Gasturbine ist.

Zusammenfassung

**Wärmedämmstoff und Anordnung einer Wärmedämmsschicht mit dem
Wärmedämmstoff**

5

Die Erfindung betrifft einen Wärmedämmstoff für eine Wärmedämmsschicht (3) eines Trägerkörpers (2) zur Eindämmung einer Wärmeübertragung zwischen dem Trägerkörper und einer Umgebung (7) des Trägerkörpers, wobei der Wärmedämmstoff

10 mindestens einen Leuchtstoff aufweist, der zur Emission von Lumineszenzlicht mit einer bestimmten Emissionswellenlänge angeregt werden kann, und der Leuchtstoff mindestens ein Metalloxid mit mindestens einem dreiwertigen Metall A aufweist. Neben dem Wärmedämmstoff wird eine Anordnung

15 mindestens einer Wärmedämmsschicht mit dem Wärmedämmstoff auf einem Trägerkörper angegeben. Der Wärmedämmstoff ist dadurch gekennzeichnet, dass das Metalloxid ein aus der Gruppe Perowskit mit der Summenformel AA'O₃ und/oder Pyrochlor mit der Summenformel A₂B₂O₇ ausgewähltes Mischoxid ist, wobei A'

20 ein dreiwertiges Metall und B ein vierwertiges Metall sind. Verwendung findet die Wärmedämmsschicht mit dem Wärmedämmstoff vorzugsweise in einer Gasturbine.

Figur 1

200311831

1/1

FIG 1

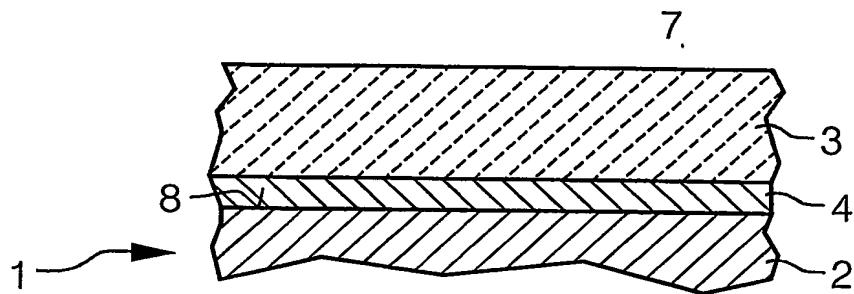


FIG 2

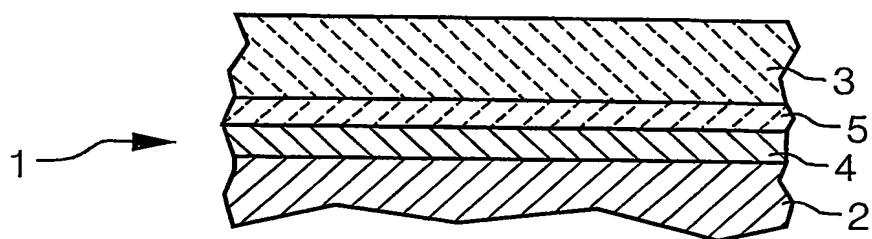
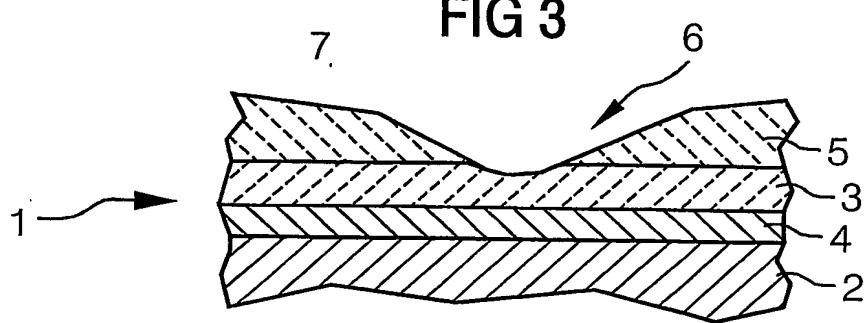


FIG 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.